付則１－２

Ｖ－１２／２０１０．０４

ダイポールアンテナによるサイトアッテネーション測定の手順と解説

2005.04.01制　　定
2010.04.01 改訂4版
2010.04.01適用開始

１．目的

妨害波電界強度の測定場(オープンサイト、または電波暗室)が適切かどうかを判定する測定の手順について述べる。

電波暗室等で、施設が狭いため低い周波数帯域でダイポールアンテナが使えない場合については、〈付属文書Ⅱ〉「短縮ダイポールアンテナによる測定サイトの評価」を適用する。

２．使用機器

（１）送信アンテナ及び受信アンテナ

送信アンテナ、受信アンテナは同一種類のアンテナでなければならない。

本付属文書で使用するアンテナの種類は次の通りである。

1)　同調ダイポールアンテナ（Tuned Dipole Antenna）

アンテナのインピーダンスが実数部のみとなるようにエレメントの長さを半波長よりも短く調整したアンテナである。アンテナの出力端はバラン（１：１）を介して同軸コネクタになっているもの。エレメントが通常市販されている太さのもので正常な短縮率の長さに調整された時 <※1>、このアンテナのインピーダンスは60Ω（実数部のみで虚数部は０）前後となる<※2>。

<※1>：エレメントは測定周波数に対応してメーカにより指定された長さに調整する。

<※2>：アンテナエレメントの太さと長さの比によって短縮率とアンテナのインピーダンスの値が決まる。市販されている同調ダイポールアンテナの太さと長さの比は通常1/50～1/1000の範囲にある。このときアンテナインピーダンスは56Ω～66Ω程度となる。

市販されている同調ダイポールアンテナの例を表１．１に示す。

表１．１同調ダイポールアンテナの例

製造者	型名（型番）	備　考
EMCO/EMC Test System	3121C、 3120	
アンリツ	MP534A/B、 MP651A/B、MP663A	
アドバンテスト	TR1722	
Compliance design	Roberts	
Schwarzbeck	VHA9103、 UHA9105	
CKC	CKC Dipole Antenna	
協立電子工業	KBA511、 KBA611	
Com Power Co.	AD100	
Electrometrics	EM6924、 TDA30	
Antenna Research	TDS-3101/A	
Hewlett Packard	HP11966H	

これ以外のアンテナを使用する場合、不明の点がありましたらＶＣＣＩにご連絡ください。

問い合わせの時には該当アンテナのカタログのコピーを添付してください。

表１．２のアンテナは備考に示されている理由で使用が望ましくない。

表１．２　使用することが望ましくないアンテナの例

製造者	型名(型番)	備考
アンリツ	MP652B	250MHz以下の帯域では電界強度の測定用として大地面の影響が少なくなるようにバランが設計されているためサイト評価用アンテナとしては推奨できない。
Empire device	NF105/T-1 /T-2 /T-3	上記とほぼ同様な理由によりこのアンテナはサイト評価用として推奨できない。
Stoddart	型番不明	同上の理由

2）半波長ダイポールアンテナ(Half-wave Dipole Antenna)

アンテナのエレメント長さを測定周波数の半波長としたダイポールアンテナである。

市販の半波長ダイポールアンテナのなかにはエレメント全長が正確に半波長でないものもあるので、取扱説明書にしたがって製造会社の指定した長さに調整すること。

ダイポールアンテナのインピーダンス（Z）は、エレメントの太さの多少の違いには関係なく、

Z　７３Ω＋ｊ４２Ω　となる。

アンテナと出力同軸コネクタとの間に１：１のバランが挿入されているほか、インピーダンス整合を図るために７３Ω～５０Ωのインピーダンス整合用抵抗回路網が組み込まれたものもある。

市販されている半波長ダイポールアンテナの例を表２に示す。

表２　半波長ダイポールアンテナの例

製造者	型名（型番）	備考
Schwarzbeck	VHAP、　UHAP	アンテナの出力端とバラン(１：１)の間に73Ω～50Ωの整合用抵抗回路網が組み込まれている。
Rohde & Schwarz	HZ-12、　HZ-13	同上

3)伸縮エレメントの繰り出し方についての注意

ダイポールアンテナのエレメントが多段の繰り出し型(テレスコピック)エレメントの場合は、段差によるインピーダンスの変化が少なくなるように、太い部分で構成するような繰り出し方とする。

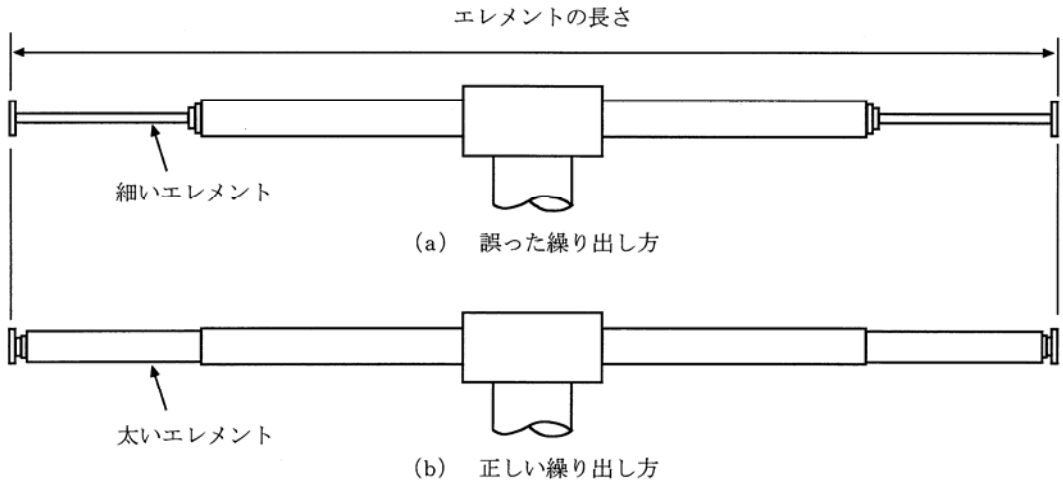

図１　繰出し型エレメントの繰出し方

アンテナの長さ調整は一番太いエレメントから順に太いエレメントを引き出して行う

図１(a)のように細いエレメントから繰出すと、エレメントの太さに段差を生じ、これが原因でアンテナエレメントのインピーダンスが変わってしまい、正しい測定ができなくなることがある。このような障害を防止するために、図１(b)のように太いエレメントから順次繰出して、エレメント太さに段差を生じないようにする。

4)アンテナ係数

アンテナ係数は、到来電波の電界強度と測定用受信機の入力電圧の比で定義される。アンテナにバラン（平衡－不平衡変換回路）やインピーダンス整合用減衰器などが付属する場合には、それらの損失も含んでいる。単位はdB(１／m)である。

アンテナ係数は周囲の条件によって影響されるため、自由空間、金属大地面から２mの高さ、あるいは金属大地面から３mの高さのいずれかの条件で値付けされているかを確認するとともに　ΔNSAはこの条件に該当する数値を選択すること。

計算手順等の詳細は４．評価のための計算方法による。

（２）アンテナ昇降用マスト

受信アンテナマストは妨害波電界強度測定で用いるマストを使用する。

送信アンテナマストはアンテナ高さが２mから2.75mまで可変出来るものが必要である。

電波暗室の場合はここに述べるダイポールアンテナを使用する離散周波数の測定のほか広帯域アンテナを用いた掃引法による連続周波数の測定を必要とするので、高さを１mから2.75m まで可変出来るものが必要となる。マストの材質は電波が反射しにくいものが必要である。

（３）信号発生器（S.G.：Signal Generator）

送信アンテナに高周波信号を供給する信号源で30MHzから1000MHzまでの周波数が発信でき、出力レベルが可変できる発振器。

（４）受信機

30MHzから1000MHzまでの周波数を受信できる受信機で信号レベルが0.1dB以上の分解能で読み取れる受信機。スペクトラムアナライザでも良い。

（５）ネットワークアナライザ

（４）S.G. と（５）受信機 の代わりにネットワークアナライザ またはトラッキングジェネレータ付きスペクトラムアナライザを用いることも出来る。

（６）ケーブル

信号発生器と送信アンテナ、受信アンテナと受信機の間の接続に用いるケーブルは特性インピーダンス５０Ωの同軸ケーブルを用いる。ケーブル両端の接続コネクタは通常N型コネクタが用いられる。

同軸ケーブルの配置は、アンテナの指向性に影響がないように保つこと。

（７）規定周波数以外の測定

正規化サイトアッテネーションの測定において、外来電波による妨害のため表５及び表６に示した周波数において測定を行うことが困難である場合には、表に示す周波数の近傍で測定を行ってもよい。

この場合の正規化サイトアッテネーションの値はV-3〈付属文書Ⅰ〉表１、２に示す値から、またΔNSAの値はV-3〈付属文書Ⅰ〉表３、４、５、６、７、８の値から内挿して求めること。

３．測定手順

ⅰ．測定系の構成

サイトアッテネーションの測定は図２のような構成でおこなう。

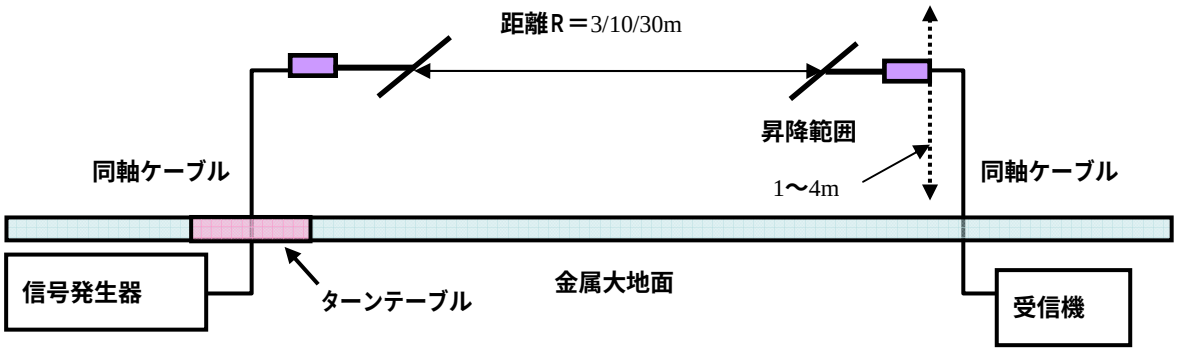

図２ サイトアッテネーションの測定の構成

a) 送信アンテナを回転台の中心に設置する。

b) 受信アンテナは測定距離にあわせて３m、１０m、または３０m送信アンテナから離れた位置(妨害波電界強度測定をおこなうときにアンテナを設置する位置)に設置する。

ⅱ． V_{site}の測定

a) 規定の高さにセットされた送信アンテナを信号発生器に接続する。

b) 受信アンテナを受信機に接続する。

c) 送信アンテナにS.G.の出力を供給する。信号発生器(S.G.)の周波数を30MHzにセットして、S.G.の出力レベルを、サイトアッテネーション測定に際して十分なＳ／Ｎがとれるようなレベルに設定する。

d) 受信アンテナの高さを１mから４mまで上下させて受信機の読みが最大になるレベルを読み取る。

e) この値を表３のワークシートの欄（２)受信レベルV_{site}に記入する。

ⅲ. V_{direct} の測定

a) 送信アンテナ及び受信アンテナ各々をケーブルから外して、ケーブル同士を同軸接続コネクタ（N-female 〜 N-female）によって接続する。図３参照のこと。

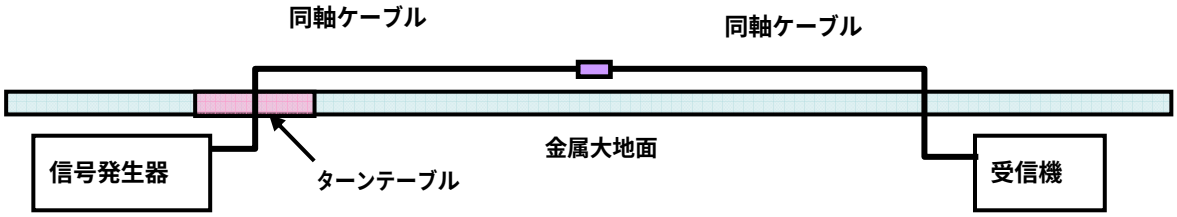

図３　V_{direct} の測定のための配線

b)　信号発生器(S.G.)の周波数を30MHzにセットして、受信機のレベルを読む。

c)　この読み値をV_{direct} とする。この時の読みを表３のワークシートの欄（１）のV_{direct}の欄に記入する。

上記ⅱ．ⅲ．の手順を、正規化サイトアッテネーション基準値に示された各周波数（周波数30MHz から 1000MHz まで）について順次おこなう。

表３．ワークシート〈このワークシートとして、設備登録に使用する様式１０９が利用できる〉

FRQ [MHz]	(1) 直結レベル [dB]	(2) 受信レベル [dB]	(3) アンテナ係数 AF_T[dB]	(4) アンテナ係数 AF_R[dB]	(5) 補正値 △NSA [dB]	(6) NSA 測定値 [dB]	(7) NSA 理論値 [dB]	(8) 差 [dB]
30								
35								
40								
45								
50								
600								
700								
800								
900								
1000								

４．評価のための計算方法

３の測定作業が終わったのち次の手順に従って評価の正規化サイトアッテネーションの計算をおこなう。

a) 表３（３）、（４）、の欄に測定に用いたアンテナのアンテナ係数を記入する。

b) 表３（５）の補正値ΔNSAはサイトアッテネーションに使用したアンテナの種類、アンテナ係数を校正したときの条件により適用する補正値が異なるので、つぎの表４から選び記入する。

表４　適用する補正値の選定

アンテナの種類	アンテナ係数校正の条件	適用する補正値
同調ダイポールアンテナ	自由空間	V-3〈付属文書Ⅰ〉表３
	地上高　２m	V-3〈付属文書Ⅰ〉表４
	地上高　３m	V-3〈付属文書Ⅰ〉表５
同調ダイポールアンテナ（等価負荷インピーダンス100Ω）	自由空間	V-3〈付属文書Ⅰ〉表９
	地上高　２m	V-3〈付属文書Ⅰ〉表１０
	地上高　３m	V-3〈付属文書Ⅰ〉表１１
半波長ダイポールアンテナ	自由空間	V-3〈付属文書Ⅰ〉表６
	地上高　２m	V-3〈付属文書Ⅰ〉表７
	地上高　３m	V-3〈付属文書Ⅰ〉表８

c) 表３（６）の欄は（１）－（２）－（３）－（４）－（５）の値を記入する。

d) 表３（７）の欄はV-3（付属文書I）表１及び表２の正規化サイトアッテネーションの値を記入する。

e) 表３（８）の欄は（７）から（６）を引いた値を記入する。

f）上記の一連の計算は次式で表される。

$$NSA = ((1)-(2))\,[V_{direct} - V_{site}] - (3)\text{〔送信アンテナのアンテナ係数〕} - (4)\text{〔受信アンテナのアンテナ係数〕} - (5)\text{〔補正値〕}$$

g)（８）の値が±4dB 以内の場合その測定場の電気的特性は適正であると判断される。